

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 374 676**  
**A2**

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89122830.6

(51) Int. Cl. 5: H01J 9/24

(22) Anmeldetag: 11.12.89

(3) Priorität: 19.12.88 DE 3842770

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
27.06.90 Patentblatt 90/26

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: Patent-Treuhand-Gesellschaft für  
elektrische Glühlampen mbH  
Hellabrunner Strasse 1  
D-8000 München 90(DE)

(72) Erfinder: Heider, Jürgen, Dr.  
Säbenerstrasse 116  
D-8000 München 90(DE)  
Erfinder: Lang, Dieter  
Tölzer Strasse 1  
D-8150 Holzkirchen(DE)  
Erfinder: Bastian, Hartmuth  
Walkmühlenweg 35  
D-8805 Feuchtwangen(DE)  
Erfinder: Kotter, Stefan  
Holzstrasse 49  
D-8000 München 2(DE)

(54) Verfahren zur Herstellung einer zweiseitigen Hochdruckentladungslampe.

(57) Zur Herstellung der zweiseitig gequetschten Metallhalogenidhochdruckentladungslampe (19) werden folgende Arbeitsgänge ausgeführt: Vorformen des Entladungsgefäßes (6) durch Einrollen mit N<sub>2</sub>-Staudruckspülung, Einspannen in die Quetschvorrichtung, Einführen des ersten Eo-Systems (7, 8, 9, 10), wobei die Stromzuführung (9) zickzackförmig geknickt und an der Innenwand des Quarzrohres (1) selbsthalternd abgestützt ist, Herstellen der ersten Quetschung (12) mit Ar-Spülung, Hochvakuumglühen beim Einschleusen in die mit Xenon gefüllte Glovebox, Einbringen der Füllsubstanzen (14, 15), Einführen des zweiten Eo-Systems (7, 8, 9, 10), Dichtschmelzen des offenen Rohrendes mit Plasma-brenner, Entnehmen aus der Glovebox, Herstellen der zweiten Quetschung (18) bei gleichzeitigem Ausfrieren des im Entladungsgefäß (6) enthaltenen Xenon bei mindestens -112 °C, Entnehmen der Lampe (19) aus der Quetschvorrichtung und Entfernen der überstehenden Enden des Quarzrohres. Kein Pumprohr am Entladungsgefäß (6).

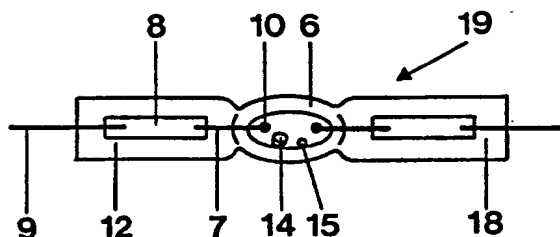


FIG. 5

EP 0 374 676 A2

## Verfahren zur Herstellung einer zweiseitigen Hochdruckentladungslampe

Die Erfindung betrifft die Herstellung einer Lampe mit den im Hauptanspruch bezeichneten Merkmalen. Die Erfindung betrifft insbesondere die Herstellung von Metallhalogenidhochdruckentladungslampen mit einer elektrischen Leistungsaufnahme von maximal 50 W, wie sie in letzter Zeit vermehrt zum Zweck der Allgemeinbeleuchtung oder zum Einsatz in Kraftfahrzeugscheinwerfern vorgeschlagen wurden. Solche Lampen wurden bisher hergestellt, indem ein beidseitig offenes Quarzrohr zuerst einseitig verschlossen und anschließend an der Stelle des künftigen Entladungsgefäßes durch Versammeln des Quarzglases dessen olivenförmige Gestalt ausgebildet wird. Danach werden in weiteren Arbeitsschritten das anfangs verschlossene Rohrende wieder geöffnet sowie ein Pumprohr mittig an das Entladungsgefäß angesetzt. Nachdem in die offenen Rohrenden jeweils ein Elektrodenystem eingeführt und eingeschmolzen wurde, werden die Füllsubstanzen und das Füllgas durch das Pumprohr in das Entladungsgefäß eingebracht und letztlich das Pumprohr abgeschmolzen. Dieses aufwendige, arbeitsintensive Herstellungsverfahren hat den gravierenden Nachteil, daß an dem ohnehin sehr kleinen Entladungsgefäß - seine Länge beträgt nur ca. 7,5 mm, sein Durchmesser nur ca. 5,5 mm - durch das Ansetzen und Abschmelzen des Pumprohres Inhomogenitäten in der Materialverteilung entstehen, die zum einen die Cold-Spot-Temperatur und damit die Lichtfarbe der Lampe nachteilig beeinflussen und zum anderen die von der Lampe emittierte Strahlung in einem nicht reproduzierbaren Maß streuen, was sich bei dem vorgesehenen Einsatz dieser Lampen in optischen Systemen besonders nachteilig bemerkbar macht.

Des weiteren ist bei dieser Art Lampen die Anlaufzeit zwischen der Zündung und dem Erreichen des Endlichtstroms noch immer unbefriedigend. Sie beträgt bei einer konventionell betriebenen Lampe ca. 40 sec. In dem DE-GM 86 23 908 wurde deshalb vorgeschlagen, die Lampe im ausgeschalteten Zustand fremd zu beheizen, um so die Füllsubstanzen verdampft zu halten und auf diese Weise von einem höheren Temperatur- und damit Druckniveau ausgehend eine verkürzte Anlaufzeit von nur ca. 8 sec zu erreichen. Abgesehen von der für die Fremdbeheizung erforderlichen zusätzlichen elektrischen Energie und dem damit verbundenen Installationsaufwand ist aber auch eine derart verkürzte Anlaufzeit für viele Anwendungszwecke noch immer nicht befriedigend.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Anlaufzeit der Metallhalogenidlampe noch weiter zu verkürzen. Auf eine Fremdbehei-

zung der Lampe soll mit Rücksicht auf den zusätzlichen Energieverbrauch und die Maßnahmen für die Energieversorgung verzichtet werden. Außerdem soll ein einfaches Herstellungsverfahren für die in Frage kommenden Lampen geschaffen werden, bei dem keine inhomogene Materialverteilung am Entladungsgefäß auftritt, um die zuvor beschriebenen Nachteile auszuschalten.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die im Hauptanspruch aufgeführte Folge von Arbeitsschritten gelöst. Den Unteransprüchen sind weitere Details für die Herstellung der Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampen entnehmbar. Da die Arbeitsschritte des Füllens und Verschließens des Entladungsgefäßes in der hochreinen Atmosphäre der Glovebox erfolgen, können Verunreinigungen durch Fremdgase, wie  $H_2$ ,  $O_2$  oder durch  $H_2O$ , auf ein Minimum reduziert werden. Durch das Einfrieren des im verschlossenen Entladungsgefäß enthaltenen Xenon auf mindestens  $-112^\circ C$  kann die zweite Quetschung außerhalb der Glovebox zügig hergestellt werden. Mit der beschriebenen Herstellungsweise wird eine erhebliche Verkürzung der Verfahrenszeit und eine Vereinfachung des gesamten Herstellverfahrens erreicht. Aufgrund des am Entladungsgefäß nicht mehr vorhandenen Pumprohres treten auch dort keine unterschiedlichen Wanddicken oder Inhomogenitäten anderer Art auf, wodurch die Strahlungsemission der Lampe sehr viel gleichmäßiger erfolgt als bei den bekannten Lampen mit Pumprohr. Das Xenon im Entladungsgefäß bewirkt einen hohen Sofortlichtanteil im unmittelbaren Anschluß an die Zündung, so daß auch schon vor dem Verdampfen der Metallhalogenide ein ausreichend hoher Lichtstrom zur Verfügung steht. Die Lampe ist für den Einsatz in optischen Systemen besonders geeignet, wie z.B. in Kraftfahrzeugscheinwerfern, bei denen es auf eine äußerst präzise Justierung und Anordnung der Hell-/Dunkelgrenze ankommt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von 6 Figuren näher erläutert. Es zeigen

Figuren 1a bis c die Herstellung eines vorgeformten Entladungsgefäßes

Figur 2 ein Elektrodenystem

Figur 3 das Entladungsgefäß mit vorhandener erster Quetschung

Figuren 4a bis d die Bearbeitungsschritte in der Glovebox

Figur 5 eine fertige Metallhalogenidhochdruckentladungslampe

Figur 6 die Anlaufkurve des Lichtstroms  $\phi$  für die erfindungsgemäße Lampe

Figur 1a zeigt das auf eine Länge von ca. 150 mm geschnittene Rohr 1 aus Quarzglas. Der Au-

ßendurchmesser des Rohres beträgt ca. 4,5 mm, der Innendurchmesser d ca. 2 mm.

Mit Hilfe der Flammen 2 wird zunächst das in Rotation versetzte Rohr 1 erwärmt und nach Erreichen der Verformungstemperatur werden mittels der Formrolle 3 gleichzeitig beide Einschnürungen 4, 5 mittig und in einem definierten Abstand zueinander angebracht (Fig. 1b). Während des Erwärmens und des Verformens wird von einer Seite ein Stickstoffstrom  $N_2$  mit einer Menge von ca. 10 l/h durch das Rohr 1 geführt. Durch das Anbringen der Einschnürungen 4, 5 wird das zukünftige Entladungsgefäß 6 (Fig. 1c) in seiner Länge von ca. 7,5 mm genau abgegrenzt. Die Einschnürung 4 weist einen geringeren lichten Durchmesser auf als die Einschnürung 5. Hierdurch entsteht zwischen den beiden Einschnürungen im erwärmten Bereich des zukünftigen Entladungsgefäßes 6 ein Gasstau p des Stickstoffstromes  $N_2$ , so daß dieser Bereich etwas aufgeblasen wird und seine olivenförmige Gestalt mit einem Außendurchmesser von ca. 5,5 mm annimmt.

Im nächsten Arbeitssgang wird das vorgefertigte Elektrodensystem (Fig. 2) in dasjenige Ende des Rohres 1 eingequetscht, das die Einschnürung 4 mit dem geringeren Durchmesser aufweist. Das Elektrodensystem besteht aus einer Elektrode 7 aus Wolfram, einer Dichtungsfolie 8 aus Molybdän sowie aus einer Stromzuführung 9 aus Molybdän. Die Elektrode 7 ist an ihrem im Entladungsgefäß 6 angeordneten Ende mit einer Kugel 10 versehen. Die Stromzuführung 9 ist in der y-z-Ebene zickzackförmig gebogen, wobei der Winkel  $\alpha$ , um den die gebogene Stromzuführung 9 von der x-z-Ebene abweicht, kleiner als  $45^\circ$ , vorzugsweise ca.  $20^\circ - 30^\circ$  ist. Die Höhe h, das ist jener Betrag, um den der Knick- oder Umkehrpunkt 11 der gebogenen Stromzuführung 9 von der x-z-Ebene abweicht, ist größer als der halbe Innendurchmesser d des Rohres 1. In der Praxis hat sich ein Verhältnis entsprechend  $h \approx 0,55 d$  bewährt. Die Dichtungsfolie 8 ist in der x-z-Ebene ausgerichtet, also senkrecht zur y-z-Ebene der gebogenen Stromzuführung 9. Ein derart geformtes Elektrodensystem hält sich innerhalb des Rohres 1 von selbst, indem die Knick- oder Umkehrpunkte 11 der Stromzuführung 9 klemmend an der Rohrwand anliegen. Einmal an seiner vorbestimmten Position einjustiert, behält das Elektrodensystem diese bis zur endgültigen Fixierung bei. Zur sicheren Abstützung der Stromzuführung 9 an der Innenwand des Rohres 1 sind mindestens drei Knick- oder Umkehrpunkte 11 an jeder Stromzuführung 9 angebracht. Eine derart gestaltete Stromzuführung 9 zentriert sich in der Achse des Rohres 1 von selbst. Dadurch wird auch automatisch eine Zentrierung der Elektrode 7 im Entladungsgefäß 6 in der x-Koordinate der Dichtungsfolie 8 erreicht. Eine eventuell mögliche De-

zentrierung senkrecht zur Ebene der Dichtungsfolie 8, also in der y-Koordinate, z.B. durch Verbiegen der Dichtungsfolie 8, wird beim Quetschvorgang ausgeglichen.

Wie aus der Figur 3 ersichtlich, wird anschließend die erste Quetschung 12 hergestellt. Hierfür wird das Rohr 1 im Bereich der Dichtungsfolie 8 auf eine für die Verformung geeignete Temperatur von oberhalb ca.  $2200^\circ C$  gebracht. Gleichzeitig wird ein Argonstrom durch das vorgeformte Rohr 1 geleitet. Nachdem die Quetschtemperatur erreicht ist, wird die erste Quetschung 12 hergestellt. Es wird zuerst die Quetschung abgedichtet, die der Einschnürung 4 mit dem geringeren Durchmesser benachbart ist. Die Herstellung der Quetschung an sich ist ein dem Fachmann im Lampenbau bekannter Vorgang und in den Figuren nicht gesondert dargestellt.

Das mit der ersten Quetschung 12 versehene Rohr 1 wird nun beim Einschleusen in die Glovebox zur Reinigung einer Hochvakuumglühung bei  $>400^\circ C$  und  $<2 \times 10^{-5}$  mbar unterzogen. Die Glovebox 13 ist mit Xenon gefüllt. Der Fülldruck weicht um nicht mehr als einige 10 mbar vom umgebenden Atmosphärendruck ab. Das Füllgas Xenon der Glovebox 13 entspricht dem künftigen Füllgas der Metallhalogenidhochdruckentladungslampe. Die Arbeitsschritte innerhalb der Glovebox 13 sind in der Figur 4 dargestellt.

Figur 4a zeigt die einseitig gequetschte Lampe der Figur 3. In der Glovebox 13. Als Nächstes werden in das wieder erkaltete Entladungsgefäß 6 zuerst die Füllsubstanzen, bestehend aus einer Metallhalogenid-Pille 14 und einer Quecksilber-Kugel 15 und weiterhin das zweite Elektrodensystem (Fig. 4b) eingebracht. Die Füllsubstanzen fallen durch die noch offene Einschnürung 5 mit dem größeren Durchmesser in das Entladungsgefäß 6. Das Elektrodensystem wird, wie schon zuvor bei der Vorbereitung auf die erste Quetschung 12, selbthalternd an seine ihm vorbestimmte Stelle in Position einjustiert, so daß die Elektrode 7 innerhalb des Entladungsgefäßes 6 angeordnet ist und der Abstand der Kugeln 10 beider Elektroden 7 genau seinen vorgesehenen Wert erhält. Danach wird das Quarzrohr 1 an seinem offenen Ende innerhalb der Glovebox 13 mittels eines Plasma-brenners 16 oder eines Lasers dichtgeschmolzen (Fig. 4c), so daß nur noch eine Abschmelzspitze 17 (Fig. 4d) verbleibt.

In einer Alternative zu dem zuvor beschriebenen Verfahren ist die Glovebox 13 mit Argon gefüllt und das Xenon für die gewünschte endgültige Füllung der Lampe wird innerhalb der Glovebox 13 gesondert eingefüllt. Dies erfolgt, indem das Xenon durch eine Spülkanüle durch das noch offene Ende des Rohres 1 in das Entladungsgefäß 6 geblasen wird. Nach dem Einbringen der Füllsubstanzen 14,

15 und des zweiten Elektrodensystems 7 bis 10 wird nochmals mit Xenon gespült. Anstelle der zweimaligen Spülung mit Xenon kann auch nach dem Einbringen des zweiten Elektrodensystems 7 - 10 mit Hilfe eines in der Glovebox 13 angeordneten Pumpkopfes ein Gasaustausch vorgenommen werden. Anschließend wird das zweite, noch offene Ende des Rohres mit dem Plasmabrenner verschlossen, wie bereits zuvor beschrieben. Bei einem derart verschlossenen Lampengefäß wird sich eine Mischung von der Argon-Atmosphäre der Glovebox 13 und des Füllgases Xenon einstellen. Der Xenon-Anteil im Lampengefäß wird bei ca. 50 bis 95 %, liegen, je nach Verweildauer des Rohres zwischen dem Gasaustausch und dem Abschmelzen. Durch den Fülldruck und die Zusammensetzung der Füllgase kann der später im Entladungsgefäß 6 resultierende Xenon-Kaltfülldruck vorbestimmt werden. Das verschlossene Lampengefäß hat einen Kaltfülldruck von ca. 800 mbar.

Anstelle einer Glovebox-Atmosphäre mit Argon, wie in der Alternative beschrieben, ist auch eine Füllung der Glovebox 13 mit Stickstoff oder Helium denkbar, wobei das Xenon dann wieder mittels einer Spülkanüle oder eines Pumpkopfes, wie zuvor beschrieben, eingefüllt werden muß. Der Vorteil eines solchen Vorgehens liegt darin, daß für die Füllung der Glovebox 13 ein billigeres Gas verwendet wird und das teure Xenon selbst ausschließlich für die Füllung der Lampengefäße verwendet wird.

Die vorgefertigte Lampe wird jetzt wieder der Glovebox 13 entnommen. Danach wird, wie schon bei der ersten Quetschung 12 beschrieben, der Bereich um die Dichtungsfolie 8 des zweiten Elektrodensystems auf die Quetschtemperatur von ca. 2200 °C aufgeheizt und die zweite Quetschung 18 (Fig. 5) angebracht, indem das zweite Elektroden-system eingequetscht wird. Während des Aufheiz- und Quetschvorganges wird der Bereich des Entladungsgefäßes 6 mittels flüssigem Stickstoff auf mindestens -112 °C gekühlt, um das Xenon im Entladungsgefäß 6 auszufrieren und ein Verdampfen des Metallhalogenids 14 und Quecksilbers 15 zu verhindern. Diese tiefe Temperatur muß solange gehalten werden, bis die Quetschung erfolgt ist. Die hohe Temperaturdifferenz von ca. 2400 K auf einer Länge von nur ca. 6 mm wird erreicht, indem die Flammen durch Abschirmbleche abgehalten werden, während gleichzeitig der untere Bereich des Entladungsgefäßes durch Anspritzen mit dem flüssigen Stickstoff gekühlt wird. Aufgrund der geringen aufzuheizenden Masse der Quetschung 18 wird der Quetschungs-bereich bis zum Ausführen der Quetschung 18 nur während ca. 5 bis 6 sec aufgeheizt. Die Quetschung 18 selbst kann anschließend mit Blasluft abgekühlt werden. Der im Entladungsgefäß 6 resultierende Xenon-Kaltfülldruck liegt im Bereich 1 bis 30 bar. Er ergibt sich

bei vollständigem Ausfrieren des Xenon aus dem Xe-Partialdruck im dichtgeschmolzenen Rohr 1 (Fig. 4d) und dem Verhältnis der Volumina vom Rohr 1 : Entladungsgefäß 6. Bei einem typischen Xe-Partialdruck im Rohr 1 von 600 bis 800 mbar, einem Rohrvolumen von 0,30 cm<sup>3</sup> und einem Entladungsgefäßvolumen von 0,025 cm<sup>3</sup> resultiert ein Xenon-Kaltfülldruck im Entladungsgefäß 6 von 7 bis 10 bar.

Des weiteren kann auch das Füllen der Quecksilber-Kugel 15 weggelassen werden. Die Rolle des Quecksilbers im Entladungsgefäß wird dann durch das Xenon übernommen. Gegenüber den herkömmlichen Xenon-Hochdrucklampen kann mit der Metallhalogenidfüllung (z.B. NaSc) die Lichtfarbe gesteuert und durch den Kreisprozeß eine höhere Lebensdauer erreicht werden.

Abschließend wird die Lampe der Quetschvorrichtung entnommen und es werden die über die Quetschungen 12, 18 hinausstehenden Rohrenden 1 ganz oder teilweise entfernt. Auch der zickzackförmig ausgeführte Teil der Stromzuführungen 9 kann entfernt werden. Eine fertige Metallhalogenid-hochdruckentladungslampe 19 ist in Figur 5 dargestellt. Mit den Lampen und der erfindungsgemäßen Füllung wird eine Erhöhung der Lichtausbeute um mehr als 15 % erreicht.

Der Anlauf des Lichtstroms einer derartigen Lampe ist in der Figur 6 dargestellt. Die Lampe 19 selbst wurde an einem elektronischen, den Anlaufstrom regelnden Vorschaltgerät betrieben. Der Xenon-Kaltfülldruck im Entladungsgefäß 6 beträgt ca. 6 bar. Der Anlaufstrom liegt bei ca. 3,3 A, was etwa dem 8,5fachen Nennstrom der Lampe 19 entspricht. Wie hier deutlich zu erkennen ist, wird der 30 %-Lichtstrom  $\phi$  aufgrund der Xenon-Füllung quasi sofort nach der Inbetriebnahme und der 90 %-Lichtstrom schon bei ca. 1 sec erreicht.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer zweiseitigen Hochdruckentladungslampe, wobei die Lampe (19) ein Entladungsgefäß (6) mit zwei an gegenüberliegenden Seiten des Entladungsgefäßes angeordneten Einschmelzungen oder Quetschungen (12, 18) aufweist, in die jeweils ein Elektrodensystem gasdicht eingeschmolzen ist, das aus einer im Entladungsgefäß (6) angeordneten Elektrode (7), einer von der Einschmelzung oder Quetschung (12, 18) eingebetteten Dichtungsfolie (8) und einer aus der Einschmelzung oder Quetschung (12, 18) in Lampenlängsachse austretenden Stromzuführung (9) besteht, und das Entladungsgefäß (6) eine den Betrieb aufrechterhaltende Füllung enthält, gekennzeichnet durch den Ablauf folgender Arbeitsgänge:

a) Erwärmen und Einrollen eines durchge-

hend zylindrischen Rohres (1) aus Quarz auf eine vorbestimmte Länge zur Abgrenzung des künftigen Entladungsgefäßes (6).

b) Einführen und Ausrichten eines ersten, vorgefertigten Elektrodensystems (7 - 10) in ein Ende des Rohres (1).

c) Erwärmen des Rohres (1) im Bereich der Dichtungsfolie (8) des ersten Elektrodensystems und Herstellen einer ersten Einschmelzung in Form einer Quetschung (12).

d) Einbringen der Füllsubstanzen (14, 15) durch das zweite, noch offene Ende des Rohres (1).

e) Fluten des Entladungsgefäßes (6) mit einem Edelgas durch das zweite, noch offene Ende des Rohres (1).

f) Einführen und Ausrichten des zweiten, vorgefertigten Elektrodensystems (7 - 10) durch das zweite, noch offene Ende des Rohres (1).

g) Verschmelzen des noch offenen Rohres (1) an seinem dem Entladungsgefäß (6) abgewandten Ende.

h) Erwärmen des Rohres (1) im Bereich der Dichtungsfolie (8) des zweiten Elektrodensystems (7 - 10) und Herstellen der zweiten Einschmelzung in Form einer Quetschung (18).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Arbeitsgänge a) und c) ein Inertgasstrom durch das offene Rohr (1) geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Arbeitsgang c) das Entladungsgefäß (6) im Hochvakuum geglüht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsgänge d) bis g) innerhalb eines hermetisch abgeschlossenen Systems (13) durchgeführt werden, wobei dieses, wie auch das zukünftige Entladungsgefäß (6), das gleiche Edelgas als Füllgas enthält.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Edelgas Xenon ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsgänge d) bis g) innerhalb eines hermetisch abgeschlossenen Systems (13) durchgeführt werden, wobei dieses ein von dem Füllgas des Entladungsgefäßes (6) abweichendes Inertgas enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß vor den Arbeitsgängen d) und g) das zukünftige Entladungsgefäß (6) mit dem endgültigen Füllgas geflutet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung des Arbeitsganges g) ein Plasmabrenner (16) oder ein Laser verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung des Arbeitsganges h) das Entladungsgefäß (6) teilweise auf

mindestens -112 °C gekühlt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung der Arbeitsgänge b) und f) die Stromzuführung (9) eine sich innerhalb des Rohres (1) selbthalternde Gestalt aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführung (9) mit mindestens drei Auflagepunkten (11) an der Innenwand des Rohres (1) abgestützt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an den Arbeitsgang h) das jeweilige, über die Einschmelzung oder Quetschung (12, 18) hinausstehende Rohr (1), in dem auch der die Auflagepunkte (11) aufweisende Teil der Stromzuführung (9) angeordnet ist, ganz oder teilweise abgetrennt wird.

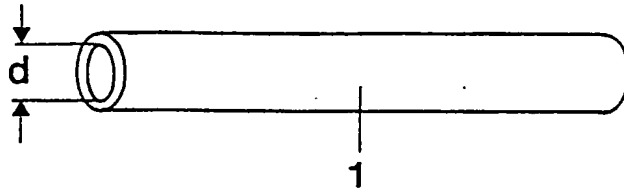


FIG. 1a

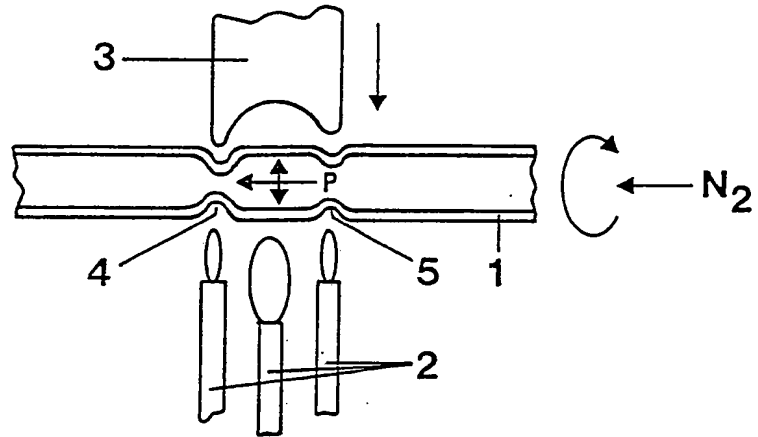


FIG. 1b

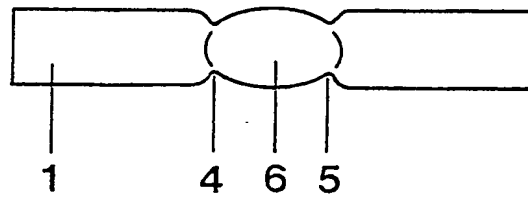


FIG. 1c

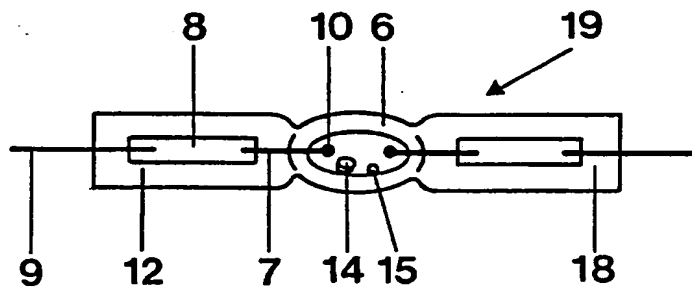
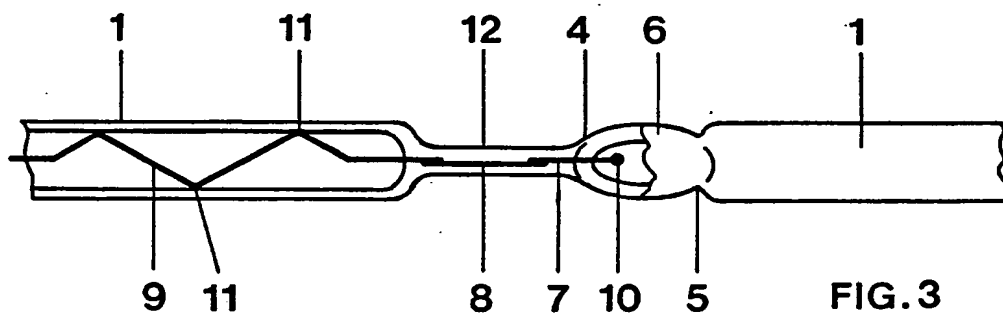
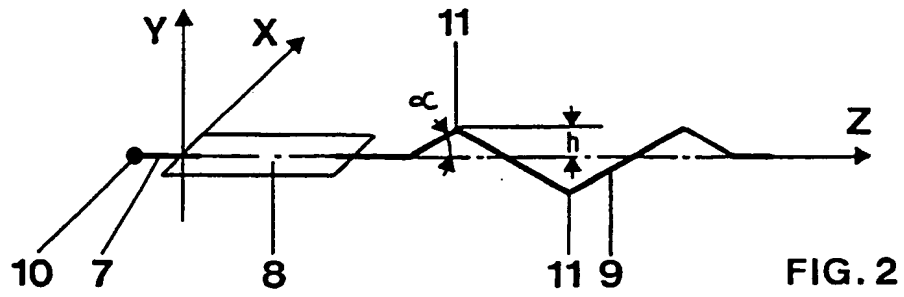


FIG. 5

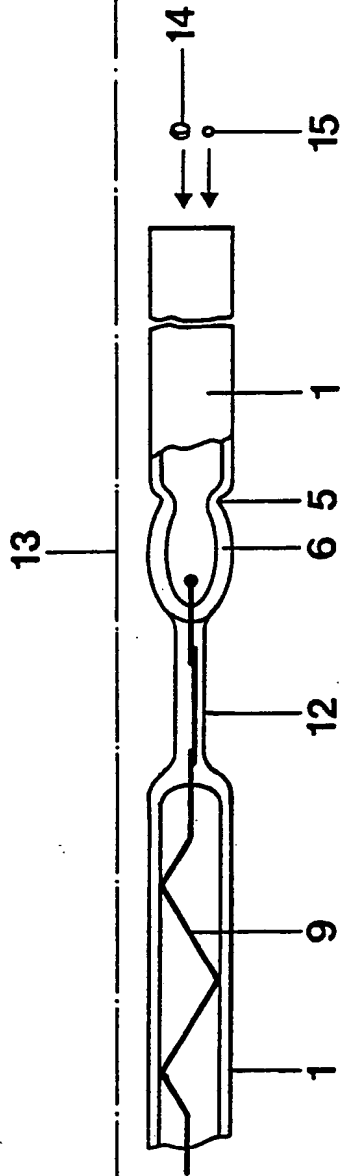


FIG. 4a

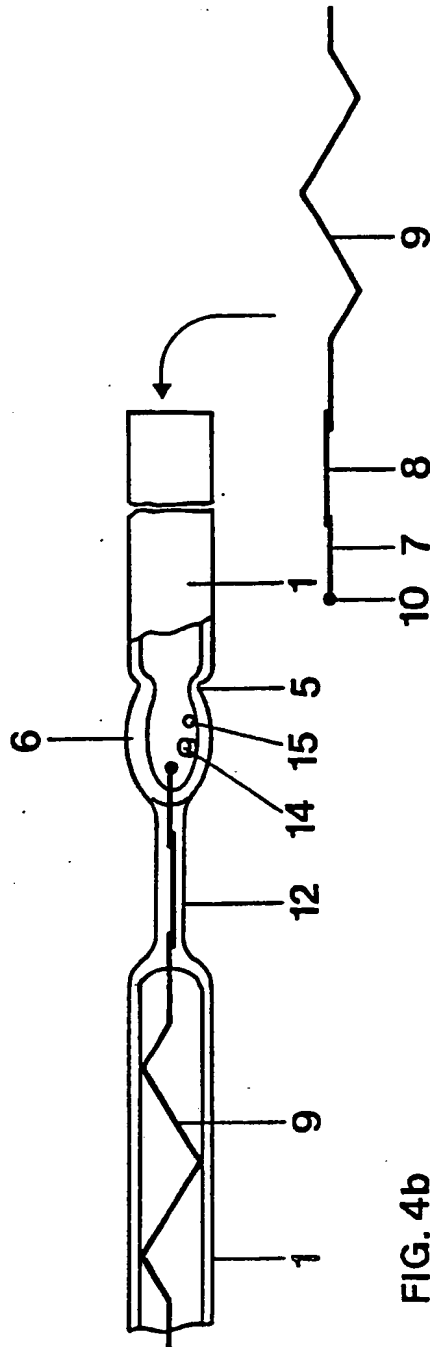


FIG. 4b



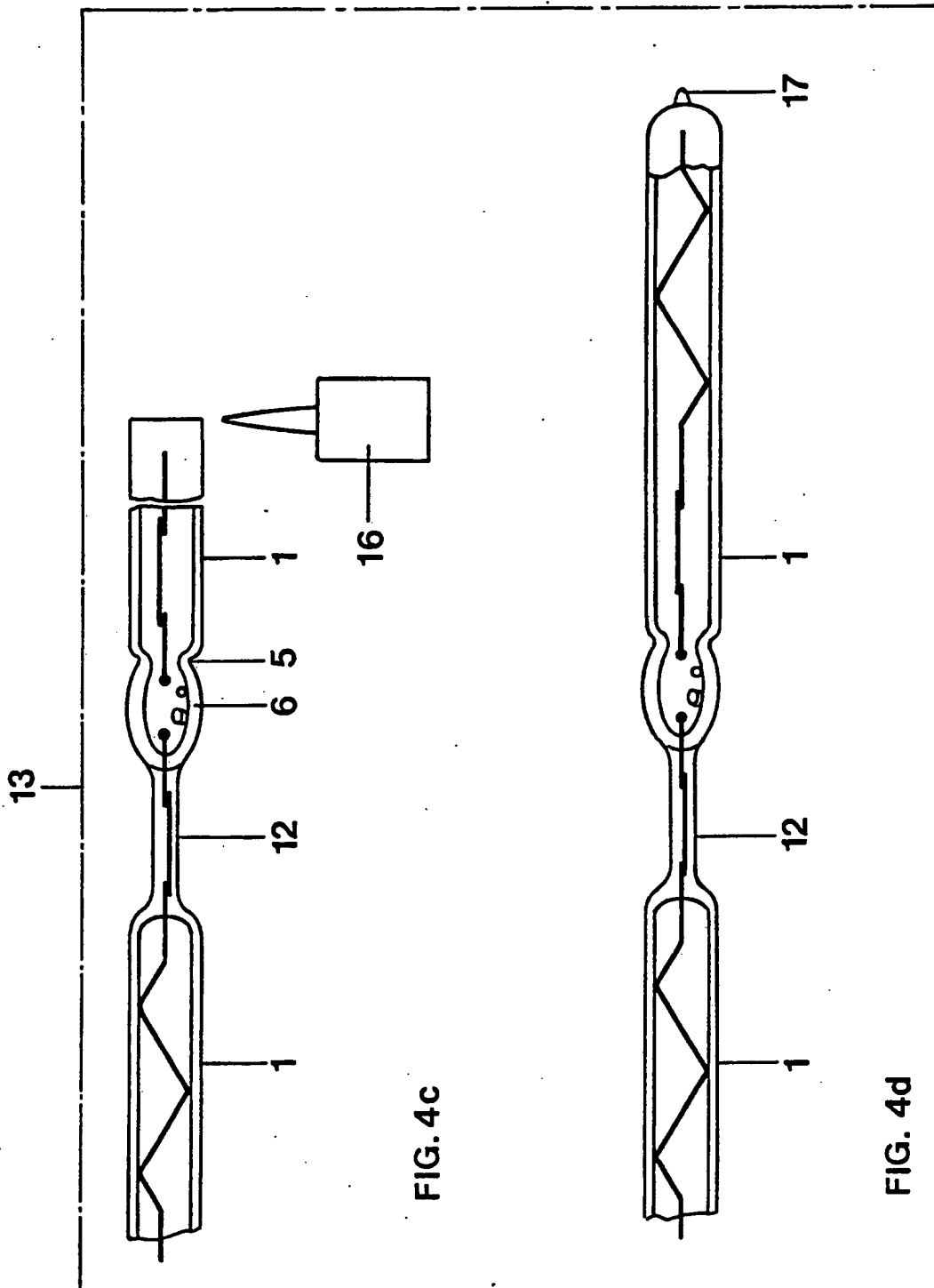


FIG. 6

